

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi merupakan salah satu kekayaan alam yang memiliki nilai strategis bagi pembangunan nasional secara berkelanjutan (Hidayat,2019). Kebutuhan energi di Indonesia didukung oleh banyaknya berbagai jenis sumber energi baik yang berbasis fosil maupun non fosil (Hatata, 2019). Menurut data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral Republik Indonesia (KESDM RI), pada tahun 2020, peran energi fosil masih sangat dominan yaitu dengan komposisi batubara 38,4%, diikuti minyak 31,6%, dan kemudian gas sebesar 18,51%. Sementara peran energi baru terbarukan (EBT) telah mencapai 11,2%. Jika difokuskan kepada penggunaan energi listrik maka Indonesia sangat tertumpu pada peran energi fosil, dimana batubara mencapai 67%, diikuti gas 17%, dan minyak 4% dan peran EBT telah mencapai 12% pada tahun 2020 (IEEFA Indonesia, 2020). Pengembangan EBT sebagai komplementer energi fosil mutlak untuk dilaksanakan guna melepaskan ketergantungan yang sangat tinggi pada energi fosil, sebagaimana dengan Kebijakan Energi Nasional (KEN) yang telah mencanangkan peran EBT paling sedikit 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050 sepanjang keekonomiannya terpenuhi (Pemerintah Republik Indonesia, 2014).

Pemanfaatan EBT pada energi kelistrikan menjadi sangat penting bagi keberlangsungan yang lebih baik. Mengingat pembangkit listrik berbahan bakar fosil berkontribusi sebesar 31% dalam menghasilkan emisi CO₂ dunia (IPCC, 2014). Menanggapi fenomena ini pengurangan polusi / emisi CO₂ hasil dari pembangkitan energi listrik dapat ditekan dengan pemanfaatan EBT yang berasal dari matahari. Mengingat matahari merupakan sumber energi baru terbarukan (EBT) yang sangat berguna, murah dan gratis (De vries et al, 2011).

Sumber energi matahari sudah di terapkan untuk berbagai bidang dan sektor seperti yang dilakukan di China dan Oman (Xue, 2017) (Shagdar, 2021). Teknologi pemanfaatan energi surya merupakan teknologi energi terbarukan yang paling berkelanjutan karena radiasi matahari terdapat di mana-mana di seluruh dunia dan emisi gas rumah kacanya sangat minim (Ogbonnaya et al., 2021).

Mengingat posisi Indonesia pada garis khatulistiwa yang memungkinkan sinar matahari dapat optimal diterima di hampir seluruh Indonesia sepanjang tahun (Kumara,

2018). Hampir seluruh wilayah Indonesia memiliki potensi pengembangan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan daya rata-rata mencapai $> 4 \text{ kWh/m}^2/\text{hari}$ (Saharuddin, 2017). Kendatipun demikian sifat PLTS yang intermiten merupakan tantangan tersendiri, guna mengatasi sifat intermiten ini bisa diatasi dengan hibridisasi melalui integrasi PLTS dengan pembangkit termal (PLTD, PLTU dan PLTG) dan sumber energi EBT yang lain seperti PLTA (Shagdar,2021).

Di Kabupaten Probolinggo bagian paling timur tepatnya Desa Bhinor, Kecamatan Paiton merupakan lokasi kompleks pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) Paiton. PLTU Paiton sendiri terdiri dari 8 unit berbahan bakar batubara yang dikelola 3 perusahaan yang berbeda. PT. POMI Paiton Energy adalah salah satu perusahaan swasta yang menjalankan Operasi dan Pemeliharaan atau *Operation and Maintenance (O&M)* PLTU *Supercritical* Unit 3 yang berkapasitas 815 MW (beroperasi sejak 2011) dan PLTU *subcritical* unit 7-8 yang masing masing berkapasitas 615 MW (beroperasi sejak 1998). Sehingga kapasitas total pembangkitan yang dikelola oleh PT. POMI Paiton Energy adalah 2,045 MW. PLTU Paiton Unit 3,7 dan 8 membangkitkan energi listrik untuk memenuhi kebutuhan energi listrik di sistem jaringan Jawa Madura Bali (JAMALI) (Kurniawan, 2016). Energi Listrik tersebut kemudian disalurkan ke Gardu Induk untuk ditransmisikan dan didistribusikan ke pelanggan (Raja et al, 2006).

Proses pembangkitan energi listrik dari ke tiga unit PLTU berkapasitas total 2,045 MW ini setiap harinya menghasilkan energi *gross* rata-rata 38,000 MWh/hari (Mega Watt hours) dan mengkonsumsi 23.500 *metric* Ton batubara/hari. Namun, tidak semua listrik yang di hasilkan dari Generator pada pembangkit (*Gross Power*) tersebut disalurkan ke pelanggan. Dalam proses pembangkitan ada energi listrik yang di pakai sendiri untuk menggerakkan motor-motor listrik, pompa atau peralatan - peralatan lain yang memerlukan listrik di dalam area pembangkit tersebut. Pemakaian sendiri tersebut dinamakan *Auxiliary Power load*. Perhitungan energi listrik yang terjual adalah produksi listrik *Gross Power* dikurangi *Auxiliary Power load*. Semakin tinggi penggunaan *Auxiliary Power load* maka energi listrik yang terjual akan semakin sedikit. Hal ini terjadi karena *Auxiliary Power load* berpengaruh langsung terhadap *Nett Plant Heat Rate (NPHR)*. Secara umum NPHR dalam satuan Btu/kWh (kJ/kWh) merupakan jumlah panas yang masuk ke dalam sistem dibagi dengan jumlah energi yang dihasilkan oleh sistem (EPRI, 2006).

Semenjak tahun 2022 PT. POMI kontrak batubara dari pemasok lama telah berakhir dan keduanya tak mampu lagi memenuhi kebutuhan jenis dan spesifikasi batubara sama seperti sebelumnya. Akibatnya tentu terjadi perubahan jenis dan spesifikasi batubara dari yang hanya 2 (dua) jenis menjadi 12 (dua belas) jenis. Proses perubahan batubara ini dikenal dalam istilah *Coal Switching*. Dampak perubahan batubara tentu terasa bagi pembangkitan energi listrik dan konsumsi batubaranya. Upaya untuk penyesuaian jenis batubara disisi unit tentu merupakan fokus dari PT. POMI yang inti usahanya adalah pembangkitan. Menyikapi pergantian batubara salah satu usaha yang dilakukan untuk meningkatkan performa pembangkit adalah dengan mengurangi beban pemakaian sendiri atau *Auxiliary Power load*.

Dalam usaha mengurangi *Auxiliary Power load* dipilihlah cara berupa mengintegrasikan Pembangkit termal (PLTU) dan Pembangkit EBT (PLTS). Dengan harapan mampu memberikan dampak positif dalam rangka memperbaiki performa PLTU, konsumsi batubara dan mengurangi dampak lingkungan dari pembangkitan energi kelistrikan PLTU berbahan bakar batubara. Integrasi PLTS dalam mengurangi *Auxiliary Power load* unit PLTU milik PT. POMI dilakukan di area ash disposal. Area ash disposal sendiri pada perusahaan pembangkit listrik berfungsi sebagai tempat untuk pembuangan limbah abu seperti fly ash dan bottom ash hasil pembangkitan listrik.

PLTS tersebut dipasang pada tahun 2020 investasi yang dibutuhkan bernilai Rp 6 (enam) Miliar dan energi yang dihasilkan tiap tahun bisa mencapai 1 (satu) GWh. Sistem PLTS yang diterapkan adalah sistem pembangkit listrik yang terhubung dengan jaringan atau yang disebut PLTS On-Grid tanpa baterai jadi hanya mensuplai ke jaringan pada siang hari saja (Husein et al, 2017). Integrasi energi listrik dari unit PLTU dengan energi dari PLTS untuk pemenuhan beban area ash disposal diharapkan mampu menurunkan sebagian beban Pemakaian Sendiri atau *Auxiliary Power load*. Diharapkan ada sebuah studi evaluasi yang mengkaji aspek kontribusi, teknis, lingkungan dan ekonomi dari PLTS di ash disposal PT. POMI Paiton Energy.

Penelitian ini diharapkan mampu mengkaji dan menganalisis kinerja PLTS *On-grid* di PT. POMI untuk mengetahui kinerja yang dihasilkan sistem tersebut, sehingga dapat digunakan sebagai referensi dan tindak lanjut di dalam pembangunan dan pengembangan PLTS yang terintegrasi dengan pembangkit termal lain.

1.2 Perumusan Masalah

Kondisi unit pembangkit milik PT. POMI Paiton Energy terutama unit 7 dan 8 yang bertipe subcritical telah berumur tentu saja membuat penurunan performa unit menjadi hal yang tidak bisa dipungkiri. Terlebih lagi semenjak tahun 2020-2022 mengalami proses pergantian batubara (*coal switching*) karena telah habisnya kontrak pembelian batubara dari pemasok yang selama ini mensuplai batubara ke unit 7 dan 8. Pemasok batubara lama kesulitan memasok batubara sesuai dengan spesifikasi lama karena ketersediaannya dan tentu saja bila ada harga sudah berbeda jauh disebabkan oleh melambungnya harga batubara. Dan kegiatan *coal switching* juga akan terjadi kembali di tahun 2026 dan 2030. Belum lagi rencana pemerintah yang akan pensiunkan PLTU subcritical hingga tahun 2035.

Program konservasi energi dilakukan untuk mengurangi *Auxiliary Power load* pantut dicermati dan dilakukan dengan besar harapan mampu meningkatkan performa NPHR. Salah satu upaya dalam mengurangi *Auxiliary Power load* adalah dengan pemasangan PLTS di area ash disposal. Bagaimana hibridisasi pembangkit termal dengan EBT ini akan mampu memberikan pengaruh sangat perlu dikaji dari aspek, produksi energi listrik, teknis, lingkungan dan ekonomi.

Berdasarkan uraian diatas maka dapat dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

1. Apakah PLTS yang sudah terpasang sesuai dengan prediksi pembangkitan di awal dan bagaimana produksi energinya hingga 15 tahun kedepan saat PLTU tipe *subcritical* telah pensiun?
2. Bagaimana hasil pemanfaatan PLTS di ash disposal PT. POMI Paiton Energy, meliputi aspek produksi energi listriknya, aspek kontribusi terhadap unit pembangkitan utama (PLTU), performa sistem (teknis), aspek lingkungan, dan aspek ekonomi?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan analisis kajian terkait pengembangan dan pemanfaatan PLTS di ash disposal PT. POMI Paiton Energy terkait kontribusi jangka panjangnya (15-25 tahun) bagi PT. POMI Paiton Energy dan PLTU Paiton unit 7 dan 8.
2. Memberikan analisis kajian pemanfaatan PLTS di ash disposal PT. POMI Paiton Energy dari aspek produksi energi, kontribusi, teknis, ekonomi dan

lingkungan pada PLTS terpasang guna melengkapi hasil studi evaluasi dari penelitian ini.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan suatu masalah dilakukan untuk menghindari pelebaran pokok masalah sehingga penelitian bisa terfokus dan memudahkan dalam pembahasan sehingga tujuan penelitian dapat tercapai. Beberapa batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Objek penelitian ini dilakukan dengan fokus pada PLTS 689 KWP di *Ash Disposal* di PT. POMI Paiton Energy tempat dimana saya bekerja dan telah mendapatkan ijin penelitian.
2. Sistem PLTS yang diteliti adalah sistem on-grid tanpa menggunakan baterai.
3. Data energi listrik yang dihasilkan PLTS diambil dari hasil data tersimpan di 11 Inverter PLTS di ash disposal dari januari 2021 sampai desember 2021.
4. Data pemakaian energi listrik di area penelitian 8 didapatkan dari hasil metering dan laporan tahunan pembangkitan unit 7 dan 8 PLTU Paiton.
5. Data solar radiasi bersumber dari NASA tahun 2019 sampai dengan 2021.
6. Metode analisis aspek ekonomi yang dipakai adalah *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (BCR), *Payback Periode* (PP) dan Pajak Karbon
7. Metode analisis aspek lingkungan mengkaji aspek emisi gas rumah kaca, factor penanaman pohon, penurunan konsumsi batubara dan BBM.
8. Kontribusi penghematan terkait erat dengan pemakaian energi di unit 7 dan 8 PLTU Paiton.
9. Data Penelitian diolah dengan menggunakan software Microsoft Excel.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait realisasi pemanfaatan PLTS di ash disposal PT. POMI Paiton Energy sebagai usaha konservasi energi yang dilakukan dan menjadi pertimbangan dalam menentukan arah kebijakan terkait pemanfaatan PLTS di lingkungan perusahaan kedepannya. Bagi dunia akademik sendiri penelitian ini memperkaya literatur ilmiah dibidang energi terkait hibridisasi pembangkit termal dan EBT.

1.6 Originalitas Penelitian

Ringkasan dan perbandingan penelitian-penelitian sebelumnya yang terkait analisis kinerja PLTS dapat dilihat dalam Tabel 1.1 dan Tabel 1.2 bweikut ini.

Tabel 1. 1. Penelitian Sebelumnya

No	Peneliti (tahun)	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
1.	K. V. Kumara, I.N.S. Kumara, W. G. Ariastina, 2018	<i>Tinjauan terhadap PLTS 24 KW atap gedung PT. Indonesia Power Pesanggaran Bali</i>	Menyajikan sudut ideal penerimaan radiasi dan kompone PLTS.	Pembahasan terbatas pada sudut elevasi dan orientasi penerima radiasi.
2.	S. S. Saharuddin, Tambi, A. Djohar, 2017	<i>Evaluasi Sistem Pemasangan Pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat 20 KWP Desa Anawua, Kecamatan Toari, Kabupaten Kolaka</i>	Menyajikan data pembebanan dan kelistrikan, desain awal dan actual terpakai, unjuk kerja baterai, manajemen pengelolaan dan perawatan.	Pembahasan terbatas pada jadwal perawatan fisik PLTS, pengecekan kelistrikan baterai, dan pembebanan.
3.	F. Hidayat, D. Rusriawan, I. R. F. Tanjung, 2018	<i>Evaluasi Kinerja PLTS 1000 Wp di Itenas Bandung</i>	Menyajikan pengukuran terhadap parameter utama PV Modul, Iradiasi matahari, daya yang dihasilkan dan pembebaan, serta effisiensinya.	Pembahasan terbatas pada performa PV array.
4.	E. Sulistiawati, B. E. Yuwono, 2019	<i>Analisis Tingkat Efisiensi Energi Dalam Penerapan Solar Panel Pada Atap Rumah Tinggal</i>	Menyajikan solusi efektif penerapan rooftop, ditinjau dari aspek ekonomi, effisiensi energy dan usaha pengurangan CO ₂ .	Pembahasan terbatas pada aspek ekonomi, Efisiensi dan Pengurangan CO ₂ .
5.	E. M. Suryanti, Rosmaliati, I. B. F. Citarsa, 2014	<i>Analisis Unjuk Kerja Sistem Fotovoltaik, On-Grid pada PLTS Gili Trawangan</i>	Menyajikan cara menghitung effisiensi sebuah inverter dan panel surya.	Pembahasan terbatas pada effisiensi keluaran panel surya dan inverter.
6.	A. S. Sampeallo, W. F. Galla, F. Mbakurawang, 2018	<i>Analisis Kinerja PLTS 25 KWP di Gedung Lab Riset Terpadu Lahan Kering Kepulauan UNDANA Terhadap Variasi Beban</i>	Menyajikan penyebab tidak optimalnya kinerja baterai, dan pengujian pembebanan secara variatif.	Pembahasan terbatas pada penyebab tidak effisiennya PLTS terpasang yaitu baterai.
7.	M.R. Wicaksana, I.N.S. Kumara, I.A.D. Giriantari, R. Irawati, 2019	<i>Unjuk Kerja PLTS Rooftop 158 KWP Pada Kantor Gubernur Bali</i>	Menyajikan hasil simulasi PLTS terpasang dan energi yang dihasilkan.	Pembahasan terbatas pada penggunaan simulasi dan datasheet PLTS.
8.	E. P. Aji, P. Wibowo, J. Windarta, 2022	<i>Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Sistem On Grid di BPR BKK Mandiraja Cabang Wanayasa Kabupaten Banjarnegara</i>	Menyajikan profil pembebanan dan keuntungan ekonomi dari pemasangan PLTS.	Pembahasan terbatas pada analisis ke ekonomian.
9.	E. Shagdar, Y. Shuai, B. G. Lougou, A. Mustafa, D. Choidorj, H. Tan, 2021	<i>New integration mechanism of solar energy into 300 MW coal-fired power plant: Performance and techno-economic analysis</i>	Menyajikan kinerja dan uji kelayakan pemasangan PLTS untuk mengurangi beban auxiliary. Serta pengaruhnya terhadap lingkungan.	Pembahasan baru berdasarkan simulasi penerapan PLTS untuk mengurangi pembebanan.

Tabel 1. 2. Perbedaan Penelitian Sebelumnya

No	Peneliti (tahun)	Judul Penelitian	Jenis PLTS	Objek Penelitian				Metode Penelitian	Lingkup Penelitian
				Produksi	Teknis	Lingkungan	Ekonomi		
1.	K. V. Kumara, I.N.S. Kumara, W. G. Ariastina, 2018	<i>Tinjauan terhadap PLTS 24 KW atap gedung PT. Indonesia Power Pesanggaran Bali</i>	On-Grid		Y			Studi Kasus	Sudut inklinasi dan desain PLTS.
2.	S. S. Saharuddin, Tambi, A. Djohar, 2017	<i>Evaluasi Sistem Pemasangan Pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpusat 20 KWP Desa Anawua, Kecamatan Toari, Kabupaten Kolaka</i>	On-Grid dengan baterai	Y				Studi Kasus	Efek perawatan pada PLTS terhadap energy output.
3.	F. Hidayat, D. Rusriawan, I. R. F. Tanjung, 2018	<i>Evaluasi Kinerja PLTS 1000 Wp di Iteas Bandung</i>	On-Grid	Y	Y			Studi Kasus	Performa PV array dalam membangkitkan listrik.
4.	E. Sulistiawati, B. E. Yuwono, 2019	<i>Analisis Tingkat Efisiensi Energi Dalam Penerapan Solar Panel Pada Atap Rumah Tinggal</i>	On-Grid	Y		Y	Y	Studi Kasus	Efek ekonomi dan lingkungan dari pemasangan PLTS.
5.	E. M. Suryanti, Rosmaliati, I. B. F. Citarsa, 2014	<i>Analisis Unjuk Kerja Sistem Fotovoltaik, On-Grid pada PLTS Gili Trawangan</i>	On-Grid	Y				Studi Kasus	Effisiensi dari inverter dalam pembangkitan listrik.
6.	A. S. Sampeallo, W. F. Galla, F. Mbakurawang, 2018	<i>Analisis Kinerja PLTS 25 KWP di Gedung Lab Riset Terpadu Lahan Kering Kepulauan UNDANA Terhadap Variasi Beban</i>	On-Grid	Y				Studi Kasus	Efek baterai bagi pembebanan
7.	M.R. Wicaksana , I.N.S. Kumara , I.A.D Giriantari , R. Irawati, 2019	<i>Unjuk Kerja PLTS Rooftop 158 KWP Pada Kantor Gubernur Bali</i>	On-Grid	Y			Y	Studi Kasus	Simulasi PLTS dan iradiasi matahari.
8.	E. P. Aji, P. Wibowo, J. Windarta, 2022	<i>Kinerja Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan Sistem On Grid di BPR BKK Mandiraja Cabang Wanayasa Kabupaten</i>	On-Grid	Y	Y		Y	Studi Kasus	Efek ekonomi dan tingkat BEP pemasangan PLTS.

No	Peneliti (tahun)	Judul Penelitian	Jenis PLTS	Objek Penelitian				Metode Penelitian	Lingkup Penelitian
				Produksi	Teknis	Lingkungan	Ekonomi		
		<i>Banjarnegara</i>							
9.	E. Shagdar, Y. Shuai, B. G. Lougou, A. Mustafa, D. Choidorj, H. Tan, 2021	<i>New integration mechanism of solar energy into 300 MW coal-fired power plant: Performance and techno-economic analysis</i>	On-Grid	Y		Y	Y	Studi Kasus	Tingkat kelayakan PLTS untuk mengurangi beban Auxiliary, lingkungan dan ekonomi.
	Penelitian ini	<i>Analisis Kinerja PLTS 689 KWP di Ash Disposal PLTU Paiton PT. POMI Paiton Energy</i>	On-Grid	Y	Y	Y	Y	Studi Kasus	

Dari hasil studi literasi terdahulu diatas bergeraklah penelitian ini untuk melakukan studi evaluasi pemanfaat PLTS di ash disposal secara komprehensif yang membahas aspek produksi energi PLTS dalam 15-25 tahun, aspek kontribusi dan penghematan energi, performa sistem, aspek lingkungan, kelayakan investasi dan pengurangan pajak karbon. Hal ini dilakukan karena penelitian terdahulu hanya membahas satu atau dua aspek saja. Dengan adanya penelitian ini diharapkan mampu memberikan rekomendasi terkait pembangunan PLTS di lingkungan pembangkit tenaga